



ELEKTRIČNI AVTOMOBILI IN NJIHOV OGLJIČNI ODTIS

Raziskovalna naloga

Ekologija



Avtor: Jon Jurčenko, 9. r., 2023

Mentor: Sara Zupanc,
prof. biologije, kemije in naravoslovja

Mestna občina Celje, Mladi za Celje, Celje, 2023

ELEKTRIČNI AVTOMOBILI IN NJIHOV OGLJIČNI ODTIS

Raziskovalna naloga

Ekologija

Šifra:



ELEKTRIČNI AVTOMOBILI IN NJIHOV OGLJIČNI ODTIS

Raziskovalna naloga

Ekologija

Avtor: Jon Jurčenko, 9. r., 2023

Mentor: Sara Zupanc,
prof. biologije, kemije in naravoslovja

Mestna občina Celje, Mladi za Celje, Celje, 2023

KAZALO

POVZETEK	5
SUMMARY	6
ZAHVALA	7
1 UVOD	8
2 TEORETIČNI DEL	9
2.1 ELEKTRIČNI AVTOMOBILI	9
2.1.1 ZGODOVINA ELEKTRIČNIH AVTOMOBILOV	9
2.1.2 SESTAVA IN ZNAČILNOSTI ELEKTRIČNIH AVTOMOBILOV	11
2.1.3 RAZLIKE MED ELEKTRIČNIMI AVTOMOBILI IN AVTOMOBILI Z MOTORJI NA NOTRANJE IZGOREVANJE	13
2.1.4 BATERIJE ELEKTRIČNIH AVTOMOBILOV TER NJIHOVA PROIZVODNJA	14
2.2 WLTP STANDARD IN IZRAČUN CO₂ ODTISA	16
2.2.1 KAJ JE WLTP	16
2.2.2 POSTOPEK MERITEV WLTP IN KAJ VSE UPOŠTEVA	17
2.3 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA OGLJIČNI ODTIS ELEKTRIČNIH VOZIL	17
2.3.1 PROIZVODNJA SUROVIN	18
2.3.2 PRIDOBIVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	18
2.3.3 POVEČANJE KAPACITETE DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE TER IZGRADNJA OZ. NADGRADNJA ELEKTRIČNEGA OMREŽJA	20
2.3.4 PREDELAVA ODPADNIH BATERIJ IN VPLIV NA OGLJIČNI ODTIS ELEKTRIČNIH VOZIL	21
3 EMPIRIČNI DEL	23
3.1 CILJ RAZISKAVE	23
3.2 METODE RAZISKOVANJA	23
3.3 OPIS VZORCA	23
3.4 ANALIZA REZULTATOV	24
3.4.1 ANALIZA ANKET	24
3.4.2 ANALIZA INTERVJUJA	33
3.5 ANALIZA HIPOTEZ	34
4 RAZPRAVA	36
5 ZAKLJUČEK	38
6 VIRI IN LITERATURA	39
7 PRILOGE	41
7.1 ANKETNI VPRAŠALNIK	41
7.2 INTERVJU Z GOSPODOM MATJAŽEM MACUHO	44

POVZETEK

Za temo o električnih avtomobilih ter njihovem ogljičnem odtisu sem se odločil, ker me avtomobili zelo zanimajo, o njih veliko berem, sem zbiratelj »Hot Wheelsov«, poleg tega si s starejšim bratom želiva, da bi enkrat imela svoje avtomobile, ki bi jim lahko izboljševala vozne lastnosti. V revijah, ki jih berem o avtomobilizmu, pogosto zasledim, da naj bi bili električni avtomobili brez emisij oz. »zero emission cars«. Ker v to dvomim, sem se odločil, da to raziščem.

Raziskovalna naloga zajema značilnosti električnih avtomobilov ter njihovo zgodovino razvoja, WLTP standard in CO₂ izpust ter dejavnike, ki vplivajo na ogljični odtis električnih avtomobilov.

Namen raziskovalne naloge je bil izvedeti, ali so električni avtomobili res »zero emission cars«, to pomeni, da ne obremenjujejo okolja z emisijami CO₂.

Pri pisanju sem izhajal iz informacij, pridobljenih iz strokovnih revij, spletnih mest, odgovorov v anketnem vprašalniku ter intervjuju in iz svojih hipotez, pri pisanju sem si pomagal tudi z že pridobljenim znanjem.

Kot metode sem uporabil anketni vprašalnik ter intervju, rezultate in opis vzorca sem interpretiral v obliki grafov ter tortnih diagramov. Večina rezultatov me je presenetila.

Ugotovil sem, da električni avtomobili pri sami proizvodnji proizvedejo kar precej CO₂, poleg tega imajo električno baterijo, ki jo je potrebno reciklirati, kar pa ni enostavno, saj vsebuje težke kovine, zato reciklaža ni ekološka. Električni avtomobili nimajo CO₂ emisij med samo vožnjo, vendar je potrebno pri tem upoštevati, da elektriko, ki se uporablja za pogon, pogosto proizvedejo v termoelektrarnah, ki pa zelo onesnažujejo okolje. Tudi izkop in predelava surovin za baterije električnih avtomobilov zelo obremenjujeta okolje. Iz vsega navedenega sem ugotovil, da električni avtomobili zagotovo niso avtomobili, ki ne bi obremenjevali okolja.

KLJUČNE BESEDE: električni avtomobili, elektrika, avtomobil, ogljični odtis, odpadki

SUMMARY

I chose the topic of electric cars and their carbon footprint because I'm very interested in cars, I read a lot about them, I'm a Hot Wheels collector, and my older brother and I want to have our own cars one day so we can improve their driving characteristics. In the motoring magazines I often read, that electric cars are supposed to be zero emission cars. Since I doubt this, I decided to explore that.

The research paper covers the characteristics of electric cars and their history of development, the WLTP standard and CO₂ emissions, and the factors affecting the carbon footprint of electric cars.

The aim of the research was to find out whether electric cars are really "zero emission cars", i. e. they do not pollute the environment with CO₂ emissions.

I have drawn on information from peer-reviewed journals, websites, survey and interview responses and my own hypotheses, as well as on the knowledge I have already acquired.

I used a questionnaire and an interview as methods, and interpreted the results and the description of the sample in the form of graphs and pie charts. Most of the results surprised me.

I have found that electric cars produce quite a lot of CO₂ in their production, and they have an electric battery that has to be recycled, which is not easy because it contains heavy metals, so recycling is not ecological. Electric cars have no CO₂ emissions during driving, but it is important to bear in mind that the electricity used for propulsion is often produced in thermoelectric plants, which are very polluting. The mining and processing of raw materials for electric car batteries is also a major environmental burden. From all this, I have come to the conclusion that electric cars are certainly not cars that do not pollute the environment.

KEYWORDS: electric cars, electricity, car, carbon footprint, waste

ZAHVALA

Raziskovalna naloga, ki je sedaj v vaših rokah, ne bi nastala brez pomoči in spodbude nekaterih ljudi.

Rad bi se zahvalil:

- svoji mentorici za pomoč in ideje pri pisanju,
- svojemu očetu, ki me je vzgajal v ljubezni do avtomobilov, in
- svojemu bratu, s katerim deliva iste sanje.

1 UVOD

Električni avtomobili so v zadnjih letih postali izjemno priljubljeni in se širijo po celem svetu kot alternativna oblika mobilnosti. Poleg zmanjšanja emisij toplogrednih plinov predstavljajo električni avtomobili tudi odgovor na naraščajočo potrebo po učinkoviti in trajnostni mobilnosti. Vendar pa sta njihova učinkovitost in obseg odvisna od številnih dejavnikov, ki jih je potrebno upoštevati pri njihovi proizvodnji in uporabi.

Raziskovalna naloga bo razdeljena na tri ključna področja: prvo bo zajemalo pregled zgodovine in razvoja električnih avtomobilov ter njihove značilnosti, drugo področje bo zajemalo analizo WLTP standarda ter tretje analizo pomembnih dejavnikov, ki vplivajo na učinkovitost in trajnost električnih avtomobilov, kot so proizvodnja, transport in recikliranje baterij.

Raziskovalna naloga bo vključevala različne vire, kot so znanstveni članki, strokovne publikacije in statistični podatki. Namen raziskovalne naloge bo izpostaviti ključne vidike električnih avtomobilov in njihov vpliv na okolje ter ponuditi vpogled v različne izzive in priložnosti, ki jih predstavljajo električni avtomobili.

Moje hipoteze so:

H1: Avtomobili z motorjem z notranjim izgorevanjem so se razvili veliko prej kot električni avtomobili.

H2: Proizvodnja, uporaba in reciklaža električnih avtomobilov imajo več ogljičnega odtisa kot pri avtomobilih z motorji na notranje izgorevanje.

H3: WLTP standard ne prikaže realnih emisij električnih avtomobilov.

H4: Po končani uporabi baterij električnih avtomobilov ne moremo reciklirati.

H5: Električni avtomobili nimajo ničelnega ogljičnega odtisa.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 ELEKTRIČNI AVTOMOBILI

2.1.1 ZGODOVINA ELEKTRIČNIH AVTOMOBILOV

Zgodovina električnih avtomobilov sega v sredino 19. stoletja, izum avtomobila pa se pripisuje različnim izumiteljem. Leta 1828 je Madžar Ányos Jedlik, ki je izumil zgodnji tip električnega motorja, oblikoval avto, ki ga je poganjal takrat novi tip motorja. Leta 1832 je škotski znanstvenik Robert Anderson izumil prvo električno vozilo, ki je bilo precej počasno in nepraktično. Leta 1834 je Thomas Davenport v Vermontu izumil prvi ameriški DC elektromotor. Izum izboljšane baterijske tehnologije leta 1881 v Franciji, s prizadevanji Gaston Plante in njegovega rojaka Camilla Raure, je končno odprl pot električnim avtomobilom in njihovi širitvi v Evropi. Francija in Velika Britanija sta bili prvi, ki sta podpirali njihov razvoj. Pred izboljšavo motorja z notranjim izgorevanjem so električni avtomobili dosegali mnoge rekorde v hitrosti in dosegu. Med najpomembnejšimi je rekord 100 km/h iz leta 1899. Kljub temu da je bil Thomas Davenport med prvimi, ki je inštaliral električni motor v vozilo, se električni avto v klasičnem smislu ni razvil vse do okoli leta 1891. Zaradi tehničnih omejitev je bila največja hitrost zgodnjih električnih avtomobilov okoli 32 km/h. V začetku leta 1900 so kljub relativno majhni hitrosti imeli električni avtomobili veliko prednosti pred svojimi konkurenti. Niso povzročali vibracij, smradu in hrupa, povezanega z bencinskimi motorji. V bencinskih motorjih je najtežji del vožnje predstavljalo menjavanje prestav; tega električni avtomobili niso zahtevali. V ZDA so se začeli pojavljati bolj napredni električni avtomobili, kot je bil Baker Electric, ki ga je leta 1909 izdelovala Baker Motor Vehicle Company. Električni avtomobili so bili popularni med premožnejšimi strankami, ki so te avtomobile v glavnem uporabljale v mestnem prometu, zato njihov doseg ni bil tako pomemben. Prednost električnih vozil je bila tudi v tem, da za svoj zagon niso zahtevala ročnega napora. Pri bencinskih motorjih so se na sprednjem delu nahajale ročice za zagon motorja, kar je zahtevalo začetno silo. Električna vozila so se zaradi enostavnega delovanja pogosto prodajala kot vozila, primerna za ženske. Zgodnje električne avtomobile so celo imenovali »ženski avtomobili«.

V 20. stoletju so avtomobili z notranjim izgorevanjem postali bolj priljubljeni kot električni avtomobili. Medtem ko so se avtomobili z notranjim izgorevanjem lahko hitreje premikali na daljše razdalje, so bili električni avtomobili omejeni na krajše razdalje in nižje hitrosti. Poleg tega so bili električni avtomobili manj praktični, saj so zahtevali več časa za polnjenje baterij in so bile baterije težke in drage.

Po daljši pozabi so se v 90. letih prejšnjega stoletja električni avtomobili vrnili na trg. Leta 1996 je General Motors izdelal prvi sodobni električni avtomobil, imenovan EV1, ki pa ni bil dovolj uspešen, da bi bil upravičen do nadaljnega razvoja. Poleg tega je bilo polnjenje baterij omejeno na le nekaj krajev, kar je omejilo praktičnost uporabe. Umaknili so ga s trga le nekaj let kasneje.

Leta 2008 je Tesla Motors predstavil svoj prvi električni avtomobil, Tesla Roadster, ki je povzročil revolucijo v svetu avtomobilizma in dokazal, da so električni avtomobili lahko zmogljivi in privlačni.

Danes so električni avtomobili vse bolj priljubljeni, saj so postali dostopnejši in imajo daljši doseg. Med najbolj znanimi proizvajalci električnih avtomobilov so Tesla, Nissan, BMW, Volkswagen in mnogi drugi.

Električni avtomobili se danes predstavljajo kot avtomobili z ničelnimi emisijami, svetovna politika se je usmerila v zmanjšanje toplogrednih plinov, kar se na področju avtomobilizma odraža v vedno strožjih predpisih glede izpustov. Standard Euro 7 bo nadomestil standard Euro 6, ki trenutno velja za osebne avtomobile ter določa, koliko emisij lahko ima avtomobil. S tem želijo zmanjšati izpuste CO₂ v okolje. Z novim standardom bo v Evropi končana proizvodnja vozil na fosilna goriva do leta 2035, saj bodo tega leta morali imeti vsi novi avtomobili ničelni izpust CO₂.

Povzeto po:

<https://sl.lemo-project.eu/wp-content/uploads/2015/01/Zgodovina-električnih-avtomobilov.pdf>, dostop 27. 12. 2022

<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>, dostop 27. 12. 2022

<https://www.caranddriver.com/features/g15378765/worth-the-watt-a-brief-history-of-the-electric-car-1830-to-present/>, dostop 27. 12. 2022

<https://www.ovoenergy.com/blog/history-of-electric-cars>, dostop 27. 12. 2022

2.1.2 SESTAVA IN ZNAČILNOSTI ELEKTRIČNIH AVTOMOBILOV

Povsem električna vozila, imenovana tudi baterijska električna vozila (BEV), imajo namesto motorja z notranjim zgorevanjem električni motor. Vozilo uporablja velik paket pogonskih baterij za napajanje elektromotorja, ki ga je treba priključiti v stensko vtičnico ali opremo za polnjenje, imenovano tudi oprema za napajanje električnih vozil. Ker deluje na elektriko, vozilo ne oddaja izpušnih plinov iz izpušne cevi in ne vsebuje tipičnih komponent tekočega goriva, kot so črpalka za gorivo, cev za gorivo ali rezervoar za gorivo. Glavne komponente električnih vozil so:

1. Pogonski akumulator

Pogonski akumulator je znan tudi kot baterija za električna vozila (EVB). Poganja elektromotorje električnega vozila. Baterija deluje kot sistem za shranjevanje električne energije. Shranjuje energijo v obliki enosmernega toka. Doseg bo večji z večanjem kW baterije. Življenjska doba in delovanje baterije sta odvisna od njene zasnove. Življenjska doba pogonskega akumulatorja je ocenjena na 8–15 let.

2. DC-DC pretvornik

Trakcijska baterija zagotavlja konstantno napetost. Toda različne komponente vozila imajo različne zahteve. DC-DC pretvornik porazdeli izhodno moč, ki prihaja iz baterije, na zahtevano raven. Zagotavlja tudi napetost, potrebno za polnjenje pomožne baterije.

3. Elektromotor

Električni vlečni motor je glavni sestavni del električnega vozila. Motor pretvarja električno energijo v kinetično. Ta energija vrti kolesa. Električni motor je glavna komponenta, ki razlikuje električni avtomobil od običajnega avtomobila. Pomembna lastnost elektromotorja je regenerativni zavorni mehanizem. Ta mehanizem upočasni vozilo tako, da pretvori njegovo

kinetično energijo v električno obliko in jo shrani v akumulator za prihodnjo uporabo. V osnovi obstajata dve vrsti motorjev: enosmerni in izmenični motorji.

4. Pretvornik moči

Pretvornik moči pretvori enosmerni tok iz baterij v izmenični tok. Prav tako pretvori izmenični tok, ki nastane med regenerativnim zaviranjem, v enosmerni tok. Ta enosmerni tok se nadalje uporablja za polnjenje baterij.

5. Vrata za polnjenje

Priključek za polnjenje povezuje električno vozilo z zunanjim napajanjem. Polni baterijski paket. Priključek za polnjenje je včasih nameščen na sprednjem ali zadnjem delu vozila.

6. Vgrajeni polnilnik

Vgrajeni polnilnik se uporablja za pretvorbo napajanja izmeničnega toka iz polnilnih vrat v napajanje z enosmernim tokom. Vgrajeni polnilnik je nameščen znotraj avtomobila. Spremlja različne karakteristike baterije in nadzoruje tok, ki teče znotraj baterije.

7. Krmilnik

Krmilnik elektronike določa delovanje električnega avtomobila. Upravlja povezavo med baterijo in motorjem.

8. Pomožne baterije

Pomožne baterije so vir električne energije za dodatno opremo v električnih vozilih. Brez glavne baterije bodo pomožne baterije še naprej omogočale delovanje določenih funkcij avta.

9. Toplotni sistem (hlajenje)

Sistem za upravljanje toplote je odgovoren za vzdrževanje delovne temperature za glavne komponente električnega vozila, kot sta električni motor, krmilnik itd. Deluje tudi med polnjenjem, da doseže največjo zmogljivost.

10. Prenos

Uporablja se za prenos mehanske moči z elektromotorja na kolesa preko menjalnika. Prednost električnih avtomobilov je, da ne potrebujejo večstopenjskih menjalnikov.

Povzeto po:

<https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>, dostop 2. 1. 2023

<https://yocharge.com/in/ev/components/>, dostop 2. 1. 2023

2.1.3 RAZLIKE MED ELEKTRIČNIMI AVTOMOBILI IN AVTOMOBILI Z MOTORJI NA NOTRANJE IZGOREVANJE

Avtomobili z motorjem z notranjim zgorevanjem (MNZ) in električna vozila (EV) se med seboj razlikujejo v načinu delovanja, viru energije in tudi v drugih vidikih. Nekaj ključnih razlik je:

1. Vir energije: Avti z MNZ uporabljajo bencin, dizel ali drugo gorivo, ki v motorju z notranjim zgorevanjem izgori in proizvaja energijo, ki poganja avto. Električni avtomobili pa uporabljajo električno energijo, ki jo shranjujejo v baterijah.
2. Delovanje motorja: V MNZ se mešanica goriva in zraka vbrizga v valje, kjer zgoreva, kar proizvaja moč. Električni motorji pa uporabljajo elektromagnetizem za proizvodnjo vrtilne sile, ki poganja kolesa.
3. Emisije: Avtomobili z MNZ izpuščajo strupene pline in druge snovi v okolje, medtem ko električni avtomobili ne izpuščajo nobenih emisij med vožnjo.
4. Cena: Električni avtomobili so trenutno dražji od avtomobilov z MNZ. Vendar se v zadnjem času cene električnih avtomobilov znižujejo, saj postajajo bolj priljubljeni in se njihova proizvodnja povečuje ter postaja cenejša.
5. Doseg: Električni avtomobili imajo običajno omejen doseg na eno polnjenje baterije, medtem ko lahko avtomobili z MNZ prevozijo večje razdalje na eno polnjenje goriva.
6. Hitrost: Električni avtomobili so običajno bolj učinkoviti pri nizkih hitrostih, medtem ko se avtomobili z MNZ običajno bolje obnesejo pri višjih hitrostih.
7. Vzdrževanje: Električni avtomobili imajo običajno manjše število gibljivih delov, kar lahko pomeni, da so potrebni manj pogosti servisi in manjši stroški vzdrževanja. Hkrati pa so lahko stroški popravil EV dražji, saj so nekateri deli, kot so baterije, pogosto precej dragi.

8. Polnjenje: Za polnjenje električnega avtomobila potrebujete posebno polnilno postajo ali priključek, ki lahko zahteva posebno namestitev. Poleg tega je polnjenje električnega avtomobila dolgotrajnejše kot točenje goriva v avtomobil z MNZ.
9. Zmožljivost: Električni avtomobili se običajno bolje obnesejo pri pospeševanju kot avtomobili z MNZ. Električni motorji lahko namreč ponudijo visok navor takoj, ko pritisnete na plin, medtem ko lahko pri avtomobilih z MNZ traja nekaj časa, preden motor doseže ustrezne vrtiljaje.
10. Teža: Zaradi baterij so električni avtomobili običajno težji kot primerljivi avtomobili z MNZ, kar lahko vpliva na porabo goriva oz. porabo električne energije.

Povzeto po:

<https://www.caranddriver.com/research/a32781943/electric-cars-vs-gas-cars/>, dostop 7. 1. 2023

<https://www.tutorialspoint.com/internal-combustion-engine-vs-electric-vehicles>, dostop 7. 1. 2023

<https://www.elastoproxy.com/ice-vehicles-vs-electric-vehicles/>, dostop 8. 1. 2023

https://www.researchgate.net/figure/COMPARISON-OF-ENGINE-VEHICLES-VS-ELECTRIC-VEHICLES_tbl2_323497072, dostop 8. 1. 2023

2.1.4 BATERIJE ELEKTRIČNIH AVTOMOBILOV TER NJIHOVA PROIZVODNJA

Električni avtomobili v veliki meri uporabljajo litij-ionske baterije, ki jih sestavlja litij-kobaltov oksid (LiCoO_2). Litijevi ioni v spojini se zlahka ekstrahirajo in združijo z grafitom. Litijevi ioni potujejo skozi separator do pozitivne anode in negativne katode, kar vodi do prostih elektronov za napajanje naprave. Za izdelavo teh baterij se surovine najprej zmešajo, da se ustvari elektroda. Te surovine vključujejo kovine, kot so železo, nikelj in kobalt, pa tudi grafit, litij in mangan. Ko je elektrodni material premešan, se nanese na bakrene in aluminijaste folije. Nato sta separator in elektroda združena, da ustvarita celico. Elektroliti se vnesejo v celico in

se aktivirajo s polnjenjem in praznjenjem v proizvodnem procesu. Nazadnje so lahka kovinska ohišja in hladilni sistemi združeni z baterijskimi celicami, da ustvarijo baterijski paket, ki se vgradi v električni avtomobil.

Najpomembnejši materiali za litij-ionsko baterijo so litij, mangan, kobalt, grafit, jeklo in nikelj. Njihove kemične komponente imajo vsaka svojo funkcijo v tipični bateriji električnega avtomobila in prispevajo k večji zmogljivosti.

Na splošno so glavni koraki v proizvodnji baterij: proizvodnja litij-ionskih baterij/elektrod, proizvodnja celic in sestavljanje več celic v baterijski sklop. Sestavljanje paketa je na splošno manj zapleteno in energetsko intenzivno kot proizvodnja celic. Pogosto pakete baterij sestavijo proizvajalci avtomobilov sami.

Povzeto po:

<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=22142>, dostop 9. 1. 2023

Proizvodnja in sestavljanje električnih avtomobilov sta zelo podobna proizvodnji »običajnih« vozil z motorjem z notranjim zgorevanjem, razen komponent, povezanih s shranjevanjem energije, pogonom in zaviranjem. Večino že obstoječih obratov za sestavljanje avtomobilov je mogoče uporabiti za izdelavo podvozja za električna vozila. Toda preden se to lahko zgodi, je treba proizvesti električne baterije za te avtomobile. Na splošno je bilo ugotovljeno, da tehnologije električnih vozil (EV) zahtevajo več energije in elektrike kot proizvodnja avtomobilov z MNZ (motorjem z notranjim izgorevanjem). Če primerjamo proizvodnjo baterij EV in proizvodnjo MNZ, so emisije toplogrednih plinov, dušikovih oksidov (NO_x), žvepovega dioksida (SO₂) in trdnih delcev (PM) iz proizvodnje baterij EV skoraj dvakrat večje od emisij iz proizvodnje MNZ. To je predvsem posledica visokih potreb po energiji, potrebnih za proizvodnjo le-teh.

Ker se je proizvodnja litij-ionskih baterij, ki se uporabljajo med drugim v EV v zadnjem desetletju hitro povečala, se je povečalo tudi rudarjenje, pridobivanje in predelava surovin, potrebnih za proizvodnjo baterij. Rudarska dejavnost na splošno povzroča emisije trdnih delcev in onesnaževanje zraka zaradi izgorevanja fosilnih goriv, kot so toplogredni plini (GHG) in dušikov oksid. Podobno kobalt, ki ga intenzivno pridobivajo za proizvodnjo litijevih baterij.

Pridobivanje kobalta ni okolju prijazna industrija, ki se močno zanaša na ročno delo, kar lahko privede do močne izpostavljenosti kobaltu ne le ljudi, temveč tudi živali in okolja. Poleg tega lahko taljenje kobalta povzroči visoke emisije žveplovih oksidov.

Povzeto po:

<https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>, dostop 14. 1. 2023

2.2 WLTP STANDARD IN IZRAČUN CO₂ ODTISA

2.2.1 KAJ JE WLTP

Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure (WLTP) je laboratorijski test, ki se ga uporablja za meritev porabe goriva/elektrike in CO₂ emisij pri avtomobilih in tudi njihovih onesnaževalnih emisij.

WLTP je v veljavo vstopil leta 2017. Nadomestil je prejšnji test New European Driving Cycle (NEDC), ki je zaradi razvoja v tehnologiji in pogojev vožnje postal zastarel. Eden glavnih ciljev je boljše ujemanje laboratorijskih ocen s porabo goriva in emisijami v realnih pogojih.

WLTP je sprejel Odbor za notranji promet pri Ekonomski komisiji Združenih narodov za Evropo – United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Standard so med drugim sprejele Kitajska, Japonska, Združene države Amerike in Evropska unija.

Ker izpusti CO₂ postajajo vedno bolj pomembni za gospodarsko uspešnost proizvajalcev vozil po vsem svetu, si WLTP prizadeva tudi uskladiti testne postopke na mednarodni ravni in vzpostaviti enake konkurenčne pogoje na svetovnem trgu. Poleg držav EU je WLTP tudi standardni test porabe goriva in emisij za Indijo, Južno Korejo in Japonsko. Poleg tega je WLTP povezan z Uredbo (ES) 2009/443 za preverjanje, da povprečje izpusta CO₂ vseh novih vozil določenega proizvajalca ne presega meje, določene v EU.

Največje razlike med NEDC ter WLTP so, da WLTP pri svojih testih:

- ima višje povprečne in največje hitrosti,
- vključuje širši razpon voznih pogojev (mestno, primestno, glavna cesta, avtocesta),

- simulira daljšo razdaljo, ima večjo povprečno in največjo pogonsko moč glede na strmejšje pospeške in pojemke,
- ločeno testira dodatno opremo.

Povzeto po:

<https://www.wltpfacts.eu/what-is-wltp-how-will-it-work/>, dostop 20. 1. 2023

2.2.2 POSTOPEK MERITEV WLTP IN KAJ VSE UPOŠTEVA

Novi postopek WLTP temelji na novih vozniških ciklih (WLTC – Worldwide harmonized Light-duty vehicles Test Cycles) za merjenje povprečne porabe goriva, emisij CO₂ ter emisij onesnaževal osebnih avtomobilov in lahkih gospodarskih vozil.

WLTP vozniški cikel je razdeljen v štiri dele, z različnimi povprečnimi hitrostmi:

- nizka, do 56,5 km/h,
- srednja, do 76,6 km/h,
- visoka, do 97,4 km/h,
- zelo visoka, do 131,3 km/h.

Te faze vožnje simulirajo mestne, primestne, podeželske in avtocestne scenarije, z enako delitvijo med mestnimi in podeželskimi potmi.

Povzeto po:

https://en.wikipedia.org/wiki/Worldwide_Harmonised_Light_Vehicles_Test_Procedure#, dostop 20. 1. 2023

2.3 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA OGLJIČNI ODTIS ELEKTRIČNIH VOZIL

Pri merjenju ogljičnega odtisa električnih vozil bi bilo potrebno upoštevati še sledeče dejavnike:

- proizvodnjo surovin,
- pridobivanje električne energije,
- povečanje kapacitete proizvodnje električne energije oz. izgradnjo (nadgradnjo) električnega omrežja,
- predelavo odpadnih baterij.

2.3.1 PROIZVODNJA SUROVIN

Ena od glavnih sestavin električnih baterij novejših električni avtomobilov je litij. Proizvodnja litija vključuje različne procese, vključno s pridobivanjem rude, predelavo, transportom in proizvodnjo baterij. Vsak od teh procesov lahko prispeva k ogljičnemu odtisu proizvodnje litija.

Glede na različne študije strokovnjaki ocenjujejo, da rudarjenje 1 tone litija lahko povzroči emisijo okoli 15 ton CO₂, odvisno od različnih dejavnikov, kot so vrsta rude, metode pridobivanja, poraba energije in transport.

Poleg tega lahko proizvodnja litija povzroči tudi druge okoljske izzive, vključno z uporabo vode in drugih naravnih virov ter vplivom na lokalne skupnosti in ekosisteme, kar je pomembno upoštevati pri ocenjevanju celotnega vpliva litijeve industrije.

Povzeto po:

<https://meche.mit.edu/news-media/how-much-co2-emitted-manufacturing-batteries/>,
dostop 17. 1. 2023

<https://changeit.app/blog/2021-03-26-environmental-impact-of-lithium-batteries/>, dostop
17. 1. 2023

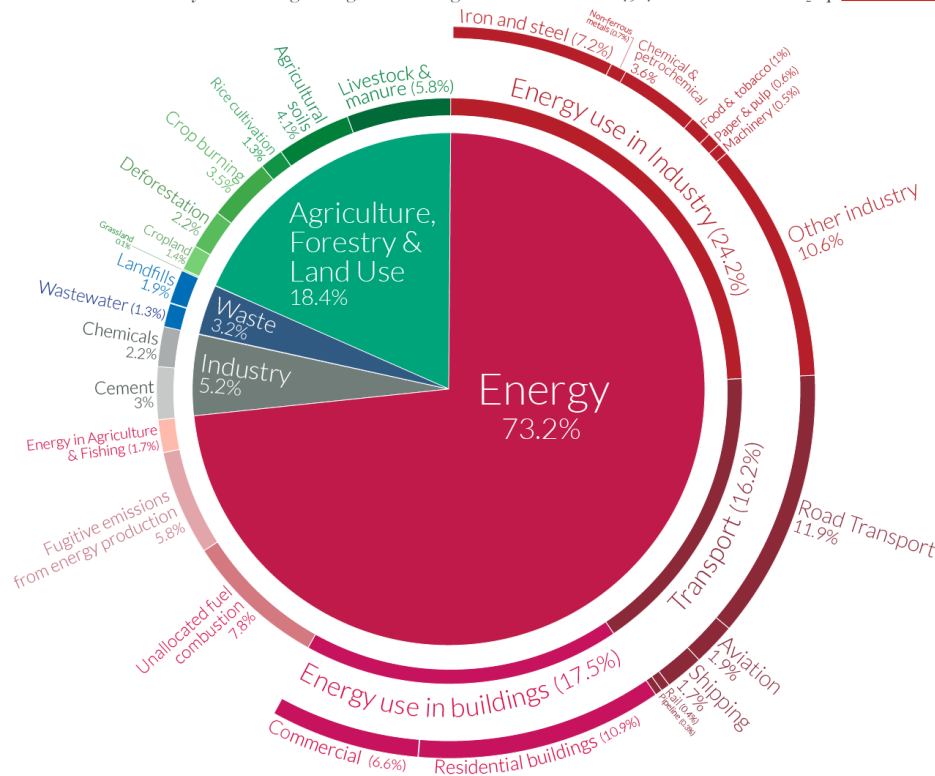
2.3.2 PRIDOBIVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Spodnja preglednica (<https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>, dostop 14. 1. 2023) predstavlja svetovne emisije toplogrednih plinov glede na vrsto dejavnosti. Na spodnjem krogu se jasno vidi, da če bomo na eno strani zmanjšali emisije pri cestnem transportu, ki trenutno predstavlja 11,9 % svetovnih toplogrednih izpustov, se bodo na drugi strani

posledično povečale emisije pri proizvodnji energije (električne za polnjenje električnih vozil), ki trenutno predstavljajo 23,3 %.

Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

V članku »Kako "čist" je e-avto? Ti podatki za Evropo so zgovorni«, objavljenem na portalu siol.net, so naredili analizo zmanjševanja izpustov glede na državo EU. Del članka je naveden spodaj:

»Kako "čisti" so zares novi električni avtomobili? Odgovor je odvisen predvsem od vira električne energije in v kateri evropski državi tak avtomobil vozimo. Na evropskem dnu Kosovo in Poljska, na vrhu Švica in Norveška. Slovenci z vožnjo električnega avtomobila izpust CO₂ zmanjšamo za skoraj 70 odstotkov.

Celoten okoljski odtis novega avtomobila je odvisen tako od proizvodnje kot tudi poznejše dejanske uporabe v prometu. Električni avtomobil zahteva več izpusta CO₂ pri proizvodnji, zato pa ta začetni zaostanek nadoknadi ob ničelnem neposrednem izpustu CO₂. Ključni vmesni člen pa ostaja proizvodnja električne energije. Čeprav ne gre zanemariti pomena ničelnega neposrednega izpusta CO₂ na kakovost zraka v lokalnem okolju, za globalni toplogredni odtis

ostaja ključen kar najčistejši vir elektrike. Še enkrat več so se pokazala velika razhajanja že med državami v Evropi.

Najslabše je na Kosovu in Poljskem, kjer električni avtomobil celovito celo poveča skupni izpust CO₂, kažejo podatki svetovalne skupine Radiant Energy Group (REG). Kosovski električni avtomobil bi izpust CO₂ povečal za okrog 30 odstotkov.

Najbolje je v Švici, ki se zanaša na elektriko iz jedrske in vodne energije. Tam električni avtomobil stokratno zmanjša izpust CO₂. Zelo učinkoviti so tudi Norvežani (98 %), Francozi (96 %), Švedi (95 %) in Avstrijci (93 %). Pri teh državah gre za velik delež električne energije iz obnovljivih virov, ki so vezani tudi na naravne danosti držav, ali pa znatno uporabo jedrske energije. Tak primer je omenjena Francija.

Na dnu držav so Ciper (4 %), Srbija (15 %), Estonija (35 %) in Nizozemska (37 %). Tudi kupec električnega avtomobila v Nemčiji, največjem avtomobilskem trgu v Evropi, z vožnjo v primerjavi z bencinskim vozilom izpust CO₂ zmanjša le za 55 odstotkov. Nemci v ospredje ne postavljajo jedrske energije, zato njihova elektrika prihaja iz obnovljivih virov in termoelektrarn.

Slovenija je na sredini med evropskimi državami. Vožnja električnega avtomobila v Sloveniji izpust zmanjša za skoraj 70 odstotkov.« (<https://siol.net/avtomoto/novice/kako-cist-je-e-avto-ti-podatki-za-evropo-so-zgovorni-565683>, dostop 2. 2. 2023).

Glede na zgoraj navedene podatke, je torej »čistost« električnih avtomobilov zelo odvisna od vira električne energije in v kateri evropski državi tak avtomobil vozimo.

2.3.3 POVEČANJE KAPACITETE DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE TER IZGRADNJA OZ. NADGRADNJA ELEKTRIČNEGA OMREŽJA

Poleg upoštevanja ogljičnega odtisa pri proizvodnji električne energije je potrebno razmisliti tudi o posrednem vplivu oz. povečanju izpustov toplogrednih plinov, povezanih z izgradnjo in nadgradnjo električnega distribucijskega omrežja za proizvodnjo električne energije ter distribucije le-te do polnilnic za električna vozila.

Zanimiv je članek z naslovom »Toliko se čaka na soglasje, vse več je zavrnitev«, ki je bil objavljen na spletnem portalu zurnal24.si (<https://www.zurnal24.si/pod-streho/varcnahisa/toliko-casa-se-caka-na-soglasje-vse-vec-je-zavrnitev-380299>, dostop 22. 1. 2023). V članku električna podjetja navajajo, da že sedaj ne zmorejo na omrežje priključiti vseh sončnih elektrarn, za katere ljudje podajajo vloge. Bistvo je, da če bo v prihodnosti vedno več električnih avtomobilov, obstoječe električno omrežje tega ne bo zdržalo in bo potrebno celotno omrežje nadgraditi.

2.3.4 PREDELAVA ODPADNIH BATERIJ IN VPLIV NA OGLJIČNI ODTIS ELEKTRIČNIH VOZIL

Predelava baterij za električna vozila je postopek, ki ima lahko pomemben vpliv na okolje in ogljični odtis. Postopek vključuje ločevanje in recikliranje uporabljenih baterij, kar lahko prispeva k zmanjšanju količine odpadkov in zmanjšanju potrebe po novih naravnih virih. Vendar pa sama predelava baterij prav tako proizvaja ogljični odtis, po nekaterih ocenah od 10 do 30 % celotnega ogljičnega odtisa proizvodnje električnih vozil. Postopek običajno vključuje uporabo energije za razstavljanje baterij, čiščenje, ponovno polnjenje in predelavo različnih materialov, kot so kobalt, litij in nikelj. Ta energija je običajno proizvedena z uporabo fosilnih goriv, ki prispevajo k emisijam toplogrednih plinov.

Iz podatkov o predvideni življenjski dobi baterij električnih vozil, ki je ocenjena na 8 do 15 let, lahko sklepamo, da bodo starejši električni avtomobili potrebovali menjavo baterij, kar bo drastično povečalo ogljični odtis, saj po podatkih Evropske agencije za okolje (EEA) iz leta 2020 proizvodnja baterij predstavlja približno 40 % do 50 % ogljičnega odtisa električnih vozil.

Kljub temu se obetajo nove tehnologije in postopki, ki bodo pomagali zmanjšati ogljični odtis predelave baterij za električna vozila. To vključuje uporabo obnovljivih virov energije pri proizvodnji električne energije, izboljšanje postopkov recikliranja in ponovne uporabe baterij ter razvoj novih materialov, ki bodo manj škodljivi za okolje in bodo omogočali bolj trajnostne baterijske tehnologije.

Celotni ogljični odtis proizvodnje električnih vozil je torej odvisen od različnih dejavnikov, kot so proizvodnja in dobava materialov, proizvodnja sestavnih delov, sestavljanje vozil, transport, uporaba in recikliranje. Zato je pomembno upoštevati celotni življenjski cikel proizvodnje in

uporabe električnih vozil, da bi lahko ocenili njihov celoten ogljični odtis in se osredotočili na izboljšanje trajnosti in učinkovitosti v vseh fazah proizvodnje in uporabe.

Povzeto po:

<https://www.cotes.com/blog/greenhouse-gas-emissions-from-ev-vs-ice-vehicles>, dostop 15. 1. 2023

<https://www.eea.europa.eu/>, dostop 15. 1. 2023

https://techcrunch.com/2021/08/22/the-tough-calculus-of-emissions-and-the-future-of-evs/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAMIlbhMRZ9qAsB3JHKamHR83mHY1wsLTDQ-vemE3s1b6saL34dvPMGR-Q2XSWQntcvPI7n8pltm5-a5WDH2kpIH08gml5M3aq_R-Y90PAJmSTmTBDPnUVn3v39o4LSEcNNtMTYjfgDD65vSaS7uvDRNn5SF0ccKsh_FiXB4SgR5t, dostop 15. 1. 2023

3 EMPIRIČNI DEL

3.1 CILJ RAZISKAVE

Cilj moje raziskave je ugotoviti mnenje učencev o novih predpisih za proizvodnjo avtomobilov, merilnem ciklu WLTP, električnih avtomobilih ter reciklaži le-teh. Poleg ankete sem v raziskavo vključil tudi intervju s strokovnjakom ter mehanikom Matjažem Macuhom.

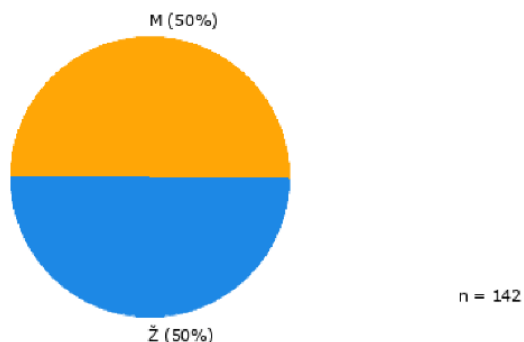
3.2 METODE RAZISKOVANJA

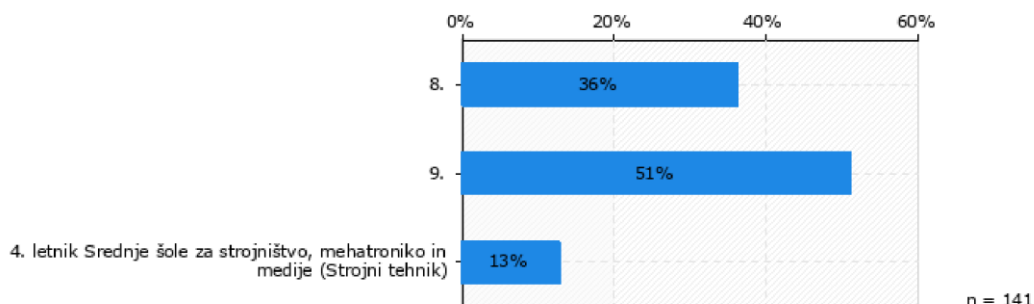
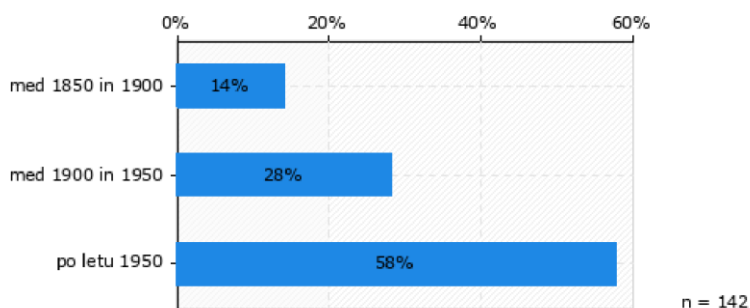
Pri teoretičnem delu sem si pomagal s podatki in informacijami, ki sem jih našel na spletu in v revijah. Pri empiričnem delu sem uporabil spletni anketni vprašalnik (1ka) za učence in metodo intervjuja za odraslo osebo.

3.3 OPIS VZORCA

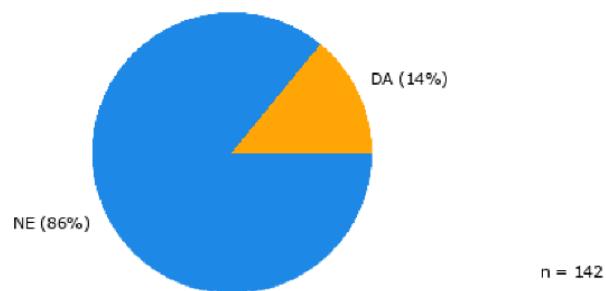
V raziskavi je v anketnem vprašalniku sodelovalo 142 učencev. Od tega je bilo 51 učencev 8. razreda, 72 učencev 9. razreda in 18 učencev 4. letnika Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije, smer strojni tehnik. V raziskavi je sodelovalo 71 dečkov ter 71 deklic.

GRAF 0: Spol anketirancev (n = 142)

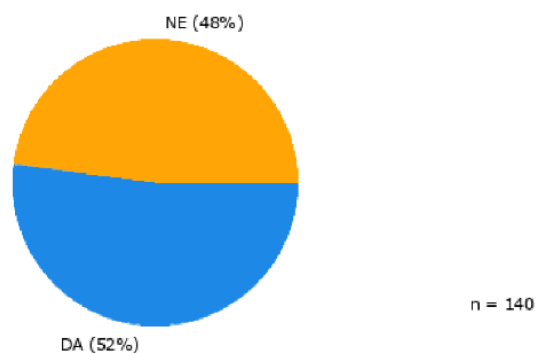


GRAF 1: Razred anketirancev (n = 141)**3.4 ANALIZA REZULTATOV****3.4.1 ANALIZA ANKET****GRAF 2: Ali veš, kdaj so se prvič pojavili električni avtomobili? (n = 142)**

Presenetljivo veliko učencev misli, da so električni avtomobili novejši izum, ampak v resnici so se prvi električni avtomobili pojavili okoli leta 1881, kar je v času razvoja avtomobila z notranjim izgorevanjem.

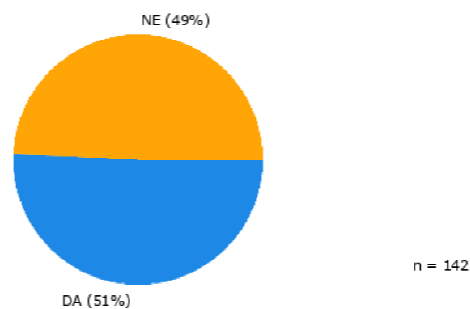
GRAF 3: Ali imate v vašem gospodinjstvu električni avtomobil? (n = 142)

Na zgornjem grafu lahko vidimo, da ima samo 14 % učencev v gospodinjstvu električni avtomobil.

GRAF 4: Ali se ti zdi, da je nakup električnega avtomobila bolj ekološki od nakupa bencinskega/dizelskega avtomobila? (n = 140)

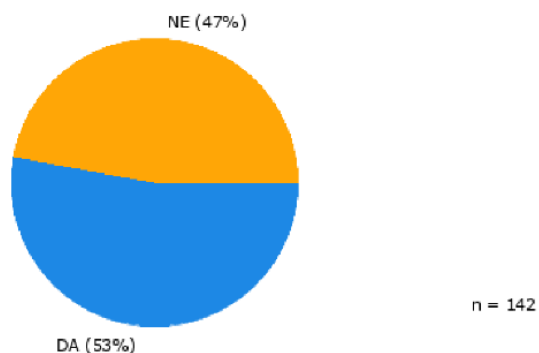
Razvidno je, da se 48 % izprašanih ne strinja s tem, da z nakupom električnega avtomobila prispevamo k bolj čistemu okolju.

GRAF 5: Ogljični odtis je izraz za skupaj CO₂ in drugih toplogrednih plinov, ki jih naprava ali proces spusti v okolje. Si se že srečal s tem pojmom? (n = 142)

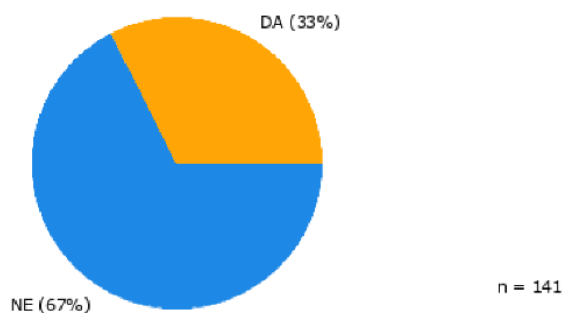


Pri tem grafu lahko vidimo, da se skoraj polovica, 49 % anketirancev, še ni srečala s pojmom ogljičnega odtisa.

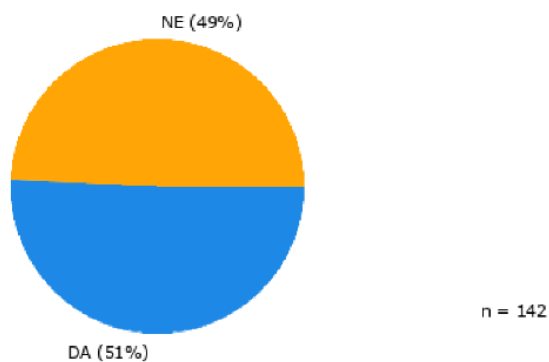
GRAF 6: Ali veš, da bo do leta 2035 prepovedana proizvodnja avtomobilov na fosilna goriva (bencin/dizel)? (n = 142)



53 % anketiranih ve, da bodo po letu 2035 morali vsi novi avtomobili imeti ničelne izpuste.

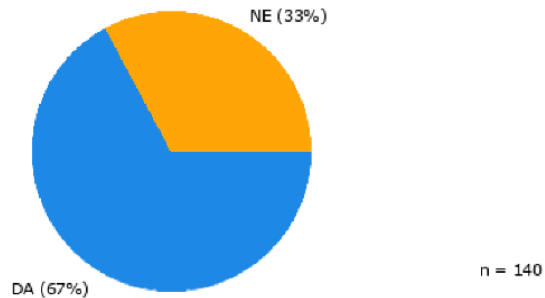
GRAF 7: Ali podpiraš to odločitev? (n = 141)

Kar 67 % anketiranih se ne strinja ter nasprotuje temu, da se bo prepovedala proizvodnja vozil z motorjem na notranje izgorevanje.

GRAF 8: Ali meniš, da bo ta prepoved prispevala k zmanjšanju izpustov CO₂ v okolje? (n = 142)

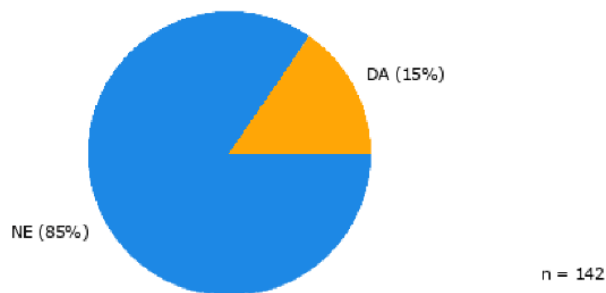
Na zgornjem grafu lahko vidimo, da 51 % anketiranih meni, da bo prepoved proizvodnje avtomobilov z motorjem na notranje izgorevanje prispevala k zmanjšanju CO₂ v ozračju.

GRAF 9: Ali meniš, da električni avtomobil proizvede manj CO₂ kot avtomobil na fosilna goriva (bencin/dizel)? (n = 140)



67 % anketirancev meni, da električni avtomobili proizvedejo manj CO₂ kot avtomobili na fosilna goriva, ostalih 33 % pa temu nasprotuje.

GRAF 10: Ali veš, iz katerih surovin je baterija električnega avtomobila? (n = 142)



Presenetil me je podatek, da kar 85 % anketiranih ne ve, iz katerih materialov je sestavljena baterija električnega avtomobila.

VPRAŠANJE 11: Napiši, iz katerih: (n = 22)

Glede na to, da je bilo vprašanje odprtega tipa in so bili odgovori raznoliki, jih navajam spodaj:

- kobalt,
- litij,
- litij-ionska,
- nikelj,
- baker,
- aluminij.

Če so anketiranci pri prejšnjem vprašanju odgovorili z DA, so še morali navesti, iz katerih materialov je baterija. Samo 20 anketirancev je ustrezno navedlo materiale, iz katerih je baterija električnega avtomobila.

VPRAŠANJE 12: Kaj meniš, da se zgodi z baterijo električnega avtomobila, ko se obrabi? (n = 130)

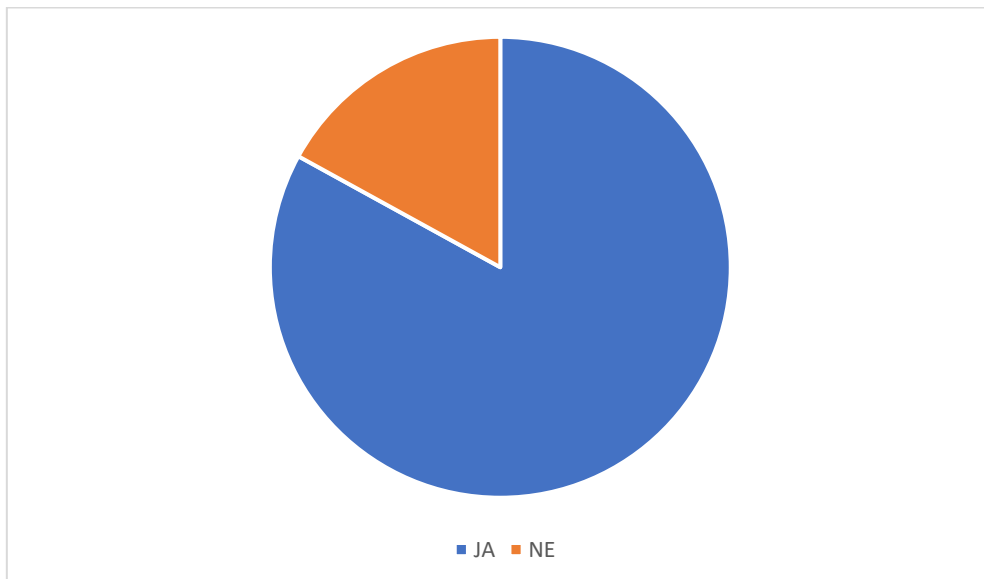
Glede na to, da je bilo vprašanje odprtega tipa in so bili odgovori raznoliki, jih navajam spodaj:

- gre na smetišče,
- se jo zamenja,
- oksidira,
- se reciklira,
- se ne reciklira,
- se jo ponovno uporabi, napolni,
- škodi okolju,
- odvrže se v naravo,
- se ponovno napolni,
- se skladišči,

- se uniči,
- zgori.

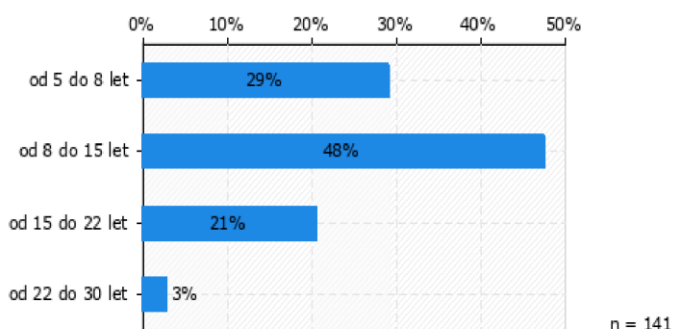
V odgovor na zgornje vprašanje so anketiranci napisali, kaj mislijo, da se zgodi z baterijo električnega avtomobila, ko se obrabi. Po večini so napisali, da se baterijo odvrže v naravo, se je ne reciklira, onesnažuje naravo ipd. Nekateri so napisali, da gre v ponovno uporabo.

GRAF 13: Kaj meniš, ali lahko baterijo električnega avtomobila recikliramo? (n = 132)



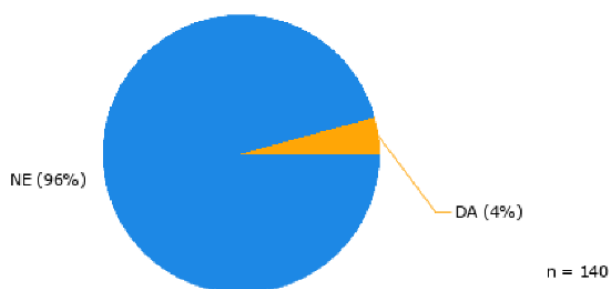
83 % anketiranih meni, da se baterijo električnega avtomobila da reciklirati, ostalih 17 % meni drugače.

GRAF 14: Ali veš, kolikšna je povprečna življenjska doba baterije električnega avtomobila?
(n = 141)



Pravilen odgovor je izbralo 48 % učencev, ostalih 52 % je izbralo napačen odgovor.

GRAF 15: Ali veš, kaj je WLTP standard? (n = 140)



Le 4 % anketiranih ve, kaj je WLTP standard.

VPRAŠANJE 16: Prosim, pojasni: (n = 6)

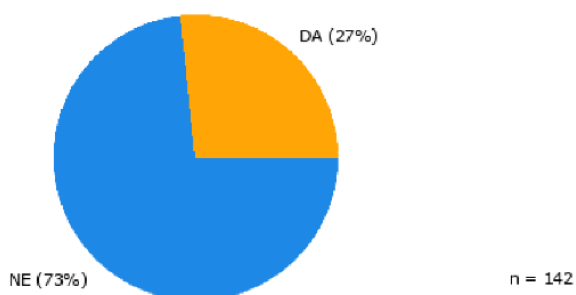
Glede na to, da je bilo vprašanje odprtega tipa in so bili odgovori raznoliki, jih navajam spodaj:

- WLTP meri porabo goriva avtomobila;
- po tem standardu se meri doseg električnih avtomobilov z enim polnjenjem (vedno kaže več, kot je doseg v realnosti);

- laboratorijski test WLTP (angleška kratica, slovensko »globalni usklajeni preizkusni postopek za lahka vozila«) se uporablja za merjenje porabe goriva in emisij CO₂;
- testi, s katerimi testirajo avto, če je ustrezen za trg.

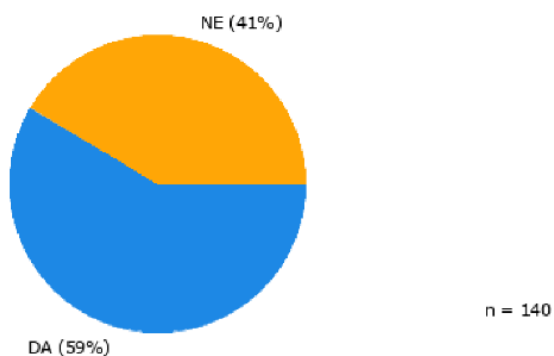
Če je anketirani pri prejšnjem vprašanju odgovoril z DA, je moral pojem WLTP pojasniti. Le 4 anketirani so pojem pravilno pojasnili.

GRAF 17: Ali meniš, da ima vožnja električnega avtomobila ničelni izpust CO₂? (n = 142)



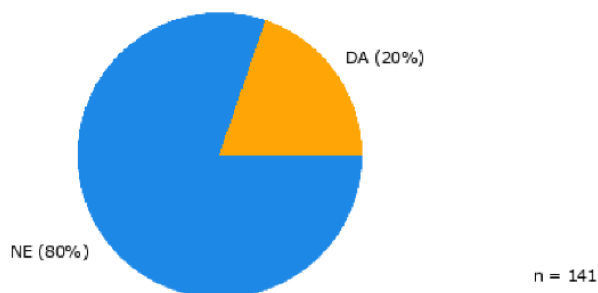
73 % anketirancev meni, da vožnja električnega avtomobila nima ničelnega izpusta CO₂.

GRAF 18: Kaj meniš, ali proizvodnja, menjava ter posledično še reciklaža baterije električnega avtomobila zvišuje njegov splošen ogljični odtis na okolje? (n = 140)



59 % anketirancev je odgovorilo, da vsi navedeni dejavniki vplivajo na splošen ogljični odtis avtomobila, drugih 41 % pa meni nasprotno.

GRAF 19: Ali meniš, da je vsa elektrika, ki se uporablja za pogon električnega avtomobila, proizvedena na okolju prijazen način? (n = 141)



Kar 80 % učencev se strinja, da elektrika, uporabljena za pogon električnega avtomobila, ni proizvedena na okolju prijazen način.

3.4.2 ANALIZA INTERVJUJA

Intervju sem opravil z gospodom Matjažem Macuhom, vodjo servisa pri Avto centru Fri-Mobil. Podal je strokovne odgovore na moja vprašanja.

Na prvo vprašanje je odgovoril, da so se električni avtomobili začeli razvijati že pred več kot 100 leti. Povedal mi je, da pri njih doma nimajo električnega avtomobila, vozi bencinski avtomobil.

Na vprašanje, če je nakup električnega avtomobila bolj ekološki od nakupa bencinskega/dizelskega avtomobila, je odgovoril, da niti ne, razen takrat, ko se pridobi elektrika za električni avtomobil iz izključno obnovljivih virov. Meni tudi, da nakup električnega avtomobila iz ekonomskih razlogov ni najboljši nakup.

Pri svojem delu se je že srečal s pojmom ogljičnega odtisa, saj je to del njegove službe. Glede prepovedi proizvodnje avtomobilov na fosilna goriva meni, da je to verjetno napačna odločitev in da ta odločitev verjetno ne bo prispevala k zmanjšanju izpustov CO₂.

Poudaril je, da ima električni avtomobil, ki se napaja na električno energijo v Nemčiji, kjer jo v veliki meri pridobivajo s pomočjo termoelektrarn, velik ogljični odtis zaradi samega načina pridobivanja elektrike. Obstajajo tovarne, za primer je dal Toyotino tovarno vozil, kjer se zelo trudijo za ničelni ogljični odtis in pridobivajo električno energijo s pomočjo solarnih celic.

Naštel je glavne surovine, iz katerih je baterija električnega avtomobila. Povedal je, da se določene komponente baterije električnega avtomobila sicer da reciklirati, vendar pa ostanejo odpadki, ki so zelo strupeni. Meni, da je življenjska doba baterije nekje do 20 let, pri avtomobilih samih pa še ni jasno, saj še niso dolgo v uporabi.

Na vprašanje o WLTP standardu je podal odgovor, da je to izmerjena vrednost plinov, dušikov in vsega, kar avto izpusti v okolje pri uporabi. Meni, da ima sama vožnja električnega avtomobila res ničelni izpust, ampak da je problem pridobivanje električne energije, ki jo uporablja električni avto, saj je ta elektrika v veliki meri pridobljena na okolju neprijazen način.

Na vprašanje, ali proizvodnja, menjava ter posledično še reciklaža baterije električnega avtomobila zvišujejo njegov splošen ogljični odtis na okolje, se strinja, da je temu tako.

3.5 ANALIZA HIPOTEZ

Potrdil sem naslednji hipotezi:

H3: WLTP standard ne prikaže realnih emisij električnih avtomobilov.

H5: Električni avtomobili nimajo ničelnega ogljičnega odtisa.

Ovrgel sem naslednji hipotezi:

H1: Avtomobili z motorjem z notranjim izgorevanjem so se razvili veliko prej kot električni avtomobili.

H4: Po končani uporabi baterij električnih avtomobilov ne moremo reciklirati.

Spodnja hipoteza ostaja delno potrjena/nepotrjena in potrebuje nadaljnje in še bolj poglobljeno raziskovanje:

H2: Proizvodnja, uporaba in reciklaža električnih avtomobilov ima več ogljičnega odtisa kot pri avtomobilih z motorji na notranje izgorevanje.

4 RAZPRAVA

Ugotovil sem, da je večina vprašanih (58 %) prepričana, da so se električni avtomobili pojavili v 2. polovici 20. stoletja. Električni avtomobili še vedno niso zelo razširjeni, saj jih ima v gospodinjstvu samo 14 % anketiranih. 52 % anketirancev meni, da je nakup električnega avtomobila bolj ekološki od nakupa bencinskega/dizelskega avtomobila.

Dobra polovica anketiranih (51 %) se je že srečala z izrazom ogljični odtis.

53 % vprašanih ve, da bo do leta 2035 prepovedana proizvodnja avtomobilov na fosilna goriva, pretežna večina, 67 % od njih, pa se ne strinja s to odločitvijo, čeprav jih 51 % meni, da bo to prispevalo k zmanjševanju izpustov CO₂ v okolje.

Preseneča me, da je kar 67 % anketirancev mnenja, da električni avtomobil proizvede manj CO₂ kot avtomobil na fosilna goriva. Kot sem pričakoval, je manj oz. 15 % vprašanih vedelo, iz katerih materialov je narejena baterija. Pri vprašanju »Kaj meniš, da se zgodi z baterijo električnega avtomobila, ko se obrabi?« so anketiranci zapisali, da se baterija ne reciklira, da razpada na odpadku, onesnažuje naravo ipd., ampak pri naslednjem vprašanju jih je večina odgovorila, da se baterijo da reciklirati! To me je presenetilo. Izvedel sem tudi, da 48 % anketiranih ve, da je povprečna življenjska doba baterije električnega avtomobila od 8 do 15 let. Presenetil me je podatek, da samo 4 % anketiranih ve, kaj je WLTP standard. 73 % anketirancev se strinja, da vožnja električnega avtomobila nima ničelnega izpusta. 59 % vprašanih je mnenja, da proizvodnja, menjava ter posledično še reciklaža baterije električnega avtomobila zvišujejo njegov splošen ogljični odtis na okolje, 80 % anketiranih tudi meni, da vsa elektrika, ki se uporablja za pogon električnega avtomobila, ni proizvedena na okolju prijazen način.

Pri anketiranju učencev me je presenetilo, da je dokaj slabo poznavanje zgodovine razvoja električnega avtomobila ter WLTP standarda. Pričakoval sem tudi boljše poznavanje surovin baterije električnega avtomobila in reciklaže baterije. Pozitivno pa me je presenetilo, da anketiranci poznajo novo normo Euro 7, ki bo prepovedala proizvodnjo avtomobilov na fosilna goriva. Pozitivno je tudi, da se 67 % anketirancev ne strinja s to odločitvijo, kar je tudi moje osebno mnenje.

73 % anketiranih je mnenja, da vožnja električnega avtomobila nima ničelnega izpusta CO₂, kar pa ne drži, saj ima po WLTP standardu vožnja električnega avta ničelni izpust CO₂. Vendar pa ničelnega izpusta nima uporaba električnega avtomobila, s čimer se strinja tudi g. Macuh, ki sem ga intervjuval.

Pomembno se mi zdi, kar je v intervjuju poudaril g. Macuh, da je pri električni energiji, na katero se polnijo električni avtomobili, pomemben izvor te elektrike – če le-ta ni iz obnovljivih virov in ekološki, potem ni pomembne razlike, ali imaš električni avto ali avto na fosilna goriva. Če je energija iz termoelektrarn, potem električni avto zagotovo ni več »čist«. Dobro je izpostavil tudi to, da se baterijo sicer da reciklirati, ampak pri tem ostanejo strupene snovi, ki se ne dajo reciklirati. Postavlja se vprašanje, ali je električni avtomobil res tako ekološki, kot ga oglašujejo. Meni, da se že izenači z bencinskim oziroma dizelskim avtomobilom.

5 ZAKLJUČEK

Za raziskovalno nalogo sem se odločil, ker so električni avtomobili v zadnjem času postali vse bolj priljubljeni zaradi svojih okoljskih in ekonomskih prednosti. V primerjavi z avtomobili na fosilna goriva ima vožnja električnega avtomobila ničelni ogljični odtis, zmanjšano porabo fosilnih goriv in s tem manjše emisije toplogrednih plinov. Eden od pomembnih dejavnikov pri ocenjevanju okoljskega vpliva električnih avtomobilov je standard WLTP, ki predstavlja električne avtomobile kot avtomobile z ničelnim ogljičnim odtisom.

Kljub temu pa obstajajo številni dejavniki, ki jih je treba upoštevati pri analizi vpliva električnih avtomobilov na okolje, saj je njihova celotna življenjska doba pomembna za oceno njihovega okoljskega vpliva. WLTP standard meri le izpuste med vožnjo, ne upošteva pa drugih dejavnikov pri električnih avtomobilih, kot so rudarjenje in obdelava surovin za proizvodnjo baterij in vpliv le-tega na okolje, pridobivanje električne energije za izdelavo in pogon avta, reciklažo baterije in strupenih snovi v njej ter navsezadnje stroške nadgradnje obstoječega električnega omrežja.

Če upoštevamo vsa ta dejstva, menim, da ni povsem res to, kar vsi proizvajalci električnih avtomobilov predstavljajo kupcem, da so električna vozila pot k čistejšemu okolju. Verjetno bo v prihodnosti potrebno najti nek popolnoma obnovljiv in ekološki vir energije, da bodo naša vozila resnično zelena.

6 VIRI IN LITERATURA

1. <https://sl.lemo-project.eu/wp-content/uploads/2015/01/Zgodovina-električnih-avtomobilov.pdf>, dostop 27. 12. 2022
2. <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>, dostop 27. 12. 2022
3. <https://www.caranddriver.com/features/g15378765/worth-the-watt-a-brief-history-of-the-electric-car-1830-to-present/>, dostop 27. 12. 2022
4. <https://www.ovoenergy.com/blog/history-of-electric-cars>, dostop 27. 12. 2022
5. <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>, dostop 2. 1. 2023
6. <https://yocharge.com/in/ev/components/>, dostop 2. 1. 2023
7. <https://www.caranddriver.com/research/a32781943/electric-cars-vs-gas-cars/>, dostop 7. 1. 2023
8. <https://www.tutorialspoint.com/internal-combustion-engine-vs-electric-vehicles>, dostop 7. 1. 2023
9. <https://www.elastoproxy.com/ice-vehicles-vs-electric-vehicles/>, dostop 8. 1. 2023
10. https://www.researchgate.net/figure/COMPARISON-OF-ENGINE-VEHICLES-VS-ELECTRIC-VEHICLES_tbl2_323497072, dostop 8. 1. 2023
11. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=22142>, dostop 9. 1. 2023
12. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>, dostop 14. 1. 2023
13. <https://www.wltpfacts.eu/what-is-wltp-how-will-it-work/>, dostop 20. 1. 2023
14. https://en.wikipedia.org/wiki/Worldwide_Harmonised_Light_Vehicles_Test_Procedure#, dostop 20. 1. 2023
15. <https://meche.mit.edu/news-media/how-much-co2-emitted-manufacturing-batteries>, dostop 17. 1. 2023
16. <https://changeit.app/blog/2021-03-26-environmental-impact-of-lithium-batteries/>, dostop 17. 1. 2023
17. <https://siol.net/avtomoto/novice/kako-cist-je-e-avto-ti-podatki-za-evropo-so-zgovorni-565683>, dostop 2. 2. 2023
18. <https://www.zurnal24.si/pod-streho/varcna-hisa/toliko-casa-se-caka-na-soglasje-vse-vec-je-zavrnitev-380299>, dostop 22. 1. 2023
19. <https://www.cotes.com/blog/greenhouse-gas-emissions-from-ev-vs-ice-vehicles>, dostop 15. 1. 2023

20. <https://www.eea.europa.eu/>, dostop 15. 1. 2023
21. https://techcrunch.com/2021/08/22/the-tough-calculus-of-emissions-and-the-future-of-evs/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLnNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAMilbhMRZ9qAsB3JHKamHR83mHY1wsLTDQ-vemE3s1b6saL34dvPMGR-Q2XSWQntcvPI7n8pltm5-a5WDH2kpIH08gmI5M3aq_R-Y90PAJmSTmTBDPnUVn3v39o4LSEcNNtMTYjfgDD65vSaS7uvDRNn5SF0ccKsh_FiXB4SgR5t, dostop 15. 1. 2023
22. https://www.avtofokus.si/Novice/elektricni_pekel_v_kongu_izkoriscanje_delavcev_za_proizvodnjo_baterij/, dostop 5. 2. 2023
23. Fakin, B. (2023). 2026: Zadnja priložnost. *Avtofokus*, 281–282, 44–47.
24. Potočnik, R. (2022). Suho zlato sodobnega časa. *Avtofokus*, 278, 28–30.
25. Fakin, B. (2022). Dr. Elon in Mr. Musk. *Avtofokus*, 276–277, 46–49.

7 PRILOGE

7.1 ANKETNI VPRAŠALNIK

Električni avtomobili

Vprašalnik

Q1 – Spol

- ☐ Ž
- ☐ M

Q2 – Razred

- ☐ 8.
- ☐ 9.
- ☐ 4. letnik Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije (strojni tehnik)

Q3 – Ali veš, kdaj so se prvič pojavili električni avtomobili?

- ☐ med 1850 in 1900
- ☐ med 1900 in 1950
- ☐ po letu 1950

Q4 – Ali imate v vašem gospodinjstvu električni avtomobil?

- ☐ DA
- ☐ NE

Q5 – Ali se ti zdi, da je nakup električnega avtomobila bolj ekološki od nakupa bencinskega/dizelskega avtomobila?

- ☐ DA

☐ NE

Q6 – Ogljični odtis je izraz za skupok CO₂ in drugih toplogrednih plinov, ki jih naprava ali proces spusti v okolje. Si se že srečal s tem pojmom?

☐ DA

☐ NE

Q7 – Ali veš, da bo do leta 2035 prepovedana proizvodnja avtomobilov na fosilna goriva (bencin/dizel)?

☐ DA

☐ NE

Q8 – Ali podpiraš to odločitev?

☐ DA

☐ NE

Q9 – Ali meniš, da bo ta prepoved prispevala k zmanjšanju izpustov CO₂ v okolje?

☐ DA

☐ NE

Q10 – Ali meniš, da električni avtomobil proizvede manj CO₂ kot avtomobil na fosilna goriva (bencin/dizel)?

☐ DA

☐ NE

Q11 – Ali veš, iz katerih surovin je baterija električnega avtomobila?

☐ DA

☐ NE

IF (2) Q11 = [1]

Q12 – Napiši, iz katerih:

Q13 – Kaj meniš, da se zgodi z baterijo električnega avtomobila, ko se obrabi?

Q14 – Kaj meniš, ali lahko baterijo električnega avtomobila recikliramo?

Q15 – Ali veš, kolikšna je povprečna življenjska doba baterije električnega avtomobila?

- ☐ od 5 do 8 let
- ☐ od 8 do 15 let
- ☐ od 15 do 22 let
- ☐ od 22 do 30 let

Q16 – Ali veš, kaj je WLTP standard?

- ☐ DA
- ☐ NE

IF (1) Q16 = [1]

Q17 – Prosim, pojasni:

Q18 – Ali meniš, da ima vožnja električnega avtomobila ničelni izpust CO₂?

- ☐ DA
- ☐ NE

Q19 – Kaj meniš, ali proizvodnja, menjava ter posledično še reciklaža baterije električnega avtomobila zvišujejo njegov splošen ogljični odtis na okolje?

☐ DA

☐ NE

Q20 – Ali meniš, da je vsa električna, ki se uporablja za pogon električnega avtomobila, proizvedena na okolju prijazen način?

☐ DA

☐ NE

7.2 INTERVJU Z GOSPODOM MATJAŽEM MACUHO

Intervju z gospodom Matjažem Macuhom, vodjo servisa pri Avto centru Fri-Mobil:

1. Ali veste, kdaj so se prvič pojavili električni avtomobili?

Že zelo daleč nazaj, mislim, da so bili prvi okoli leta 1925, 1930. Verjetno pa so bili že prej.

2. Ali imate v vašem gospodinjstvu električni avtomobil?

Nimamo.

3. Ali se vam zdi, da je nakup električnega avtomobila bolj ekološki od nakupa bencinskega/dizelskega avtomobila?

Niti ne, mogoče res tedaj, ko se dobi električna iz izključno obnovljivih virov, iz ekonomskih razlogov pa zagotovo ne.

4. Ste se že srečali s pojmom ogljičnega odtisa pri vozilih?

Ja, to je del moje službe.

5. Kaj menite o prepovedi proizvodnje avtomobilov na fosilna goriva, ki se bo uveljavila leta 2035?

Mislim, da je tukaj malo napake, ampak tako so se odločili. Od leta 2035 naprej proizvajalci avtomobilov ne bodo smeli izdati novega modela avtomobilov, ki presega sprejeto mejo izpustov CO₂. Drugače bodo morali plačati kazen.

6. Ali menite, da bo ta prepoved prispevala k zmanjšanju izpustov CO₂ v okolje?

Ne.

7. Ali menite, da električni avtomobil proizvede manj CO₂ kot avtomobil na fosilna goriva (bencin/dizel)?

Če gledamo električni avtomobil, ki se napaja v Nemčiji, kjer so termoelektrarne, ima kar velik ogljični odtis zaradi načina pridobivanja elektrike, po drugi strani pa če vzamemo hibridni avtomobil, npr. Toyota, sta nekako enaka po ogljičnem odtisu. Toyotine tovarne imajo namreč ničelni ogljični odtis, ker uporabljajo solarne celice in se veliko ukvarjajo z ekologijo.

8. Ali veste, iz katerih surovin je baterija električnega avtomobila?

Ja, kobalt, silicij ...

9. Ali veste, kaj se zgodi z baterijo električnega avtomobila, ko se obrabi?

Določene komponente na bateriji se dajo reciklirati, je pa tudi kar nekaj odpadkov, ki so zelo strupeni.

10. Ali lahko baterijo električnega avtomobila recikliramo?

Ja, do neke mere.

11. Ali veste, kolikšna je povprečna življenjska doba baterije električnega avtomobila?

Sam električni avtomobil bomo težko rekli, koliko je življenjska doba, ker je v uporabi šele nekaj let. Toyotina hibridna vozila, ki imajo neke vrste podobno baterijo, ni litij-ionska, ampak je navadna ciklična, te zdržijo v povprečju nekje 20 let. Predvidevam, da bodo tudi one nekaj podobnega.

12. Ali veste, kaj je WLTP standard?

Ja, to je izmerjena vrednost plinov, dušikov in vsega tega, kar avto izpusti v okolje pri uporabi.

13. Ali menite, da ima vožnja električnega avtomobila ničelni izpust CO₂?

Ja, ničelni izpust ima, ampak pridobivanje električne energije je problem.

14. Kaj menite, ali proizvodnja, menjava ter posledično še reciklaža baterije električnega avtomobila zvišujejo njegov splošen ogljični odtis na okolje?

Ja, se strinjam, da ga zvišuje.

15. Ali menite, da je vsa elektrika, ki se uporablja za pogon električnega avtomobila, proizvedena na okolju prijazen način?

Ne, mogoče le nekaj odstotkov.